

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2004-79685
(P2004-79685A)

(43) 公開日 平成16年3月11日(2004.3.11)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 25/085	H O 1 L 25/08 B	5 F O 4 4
H O 1 L 21/60	H O 1 L 21/60 3 1 1 Q	
H O 1 L 25/07		
H O 1 L 25/18		

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2002-236036 (P2002-236036)	(71) 出願人	000116024
(22) 出願日	平成14年8月13日 (2002. 8. 13)		ローム株式会社
			京都府京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地
		(74) 代理人	100087701
			弁理士 稲岡 耕作
		(74) 代理人	100101328
			弁理士 川崎 実夫
		(72) 発明者	柴田 和孝
			京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地
			ローム株式会社内
		F ターム (参考)	5F044 KK18 LL01 LL05

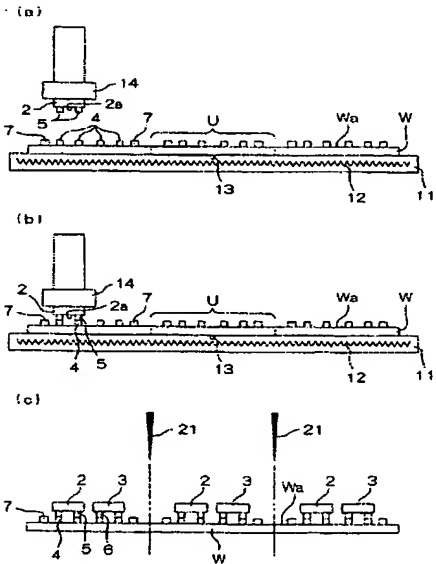
(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】生産性が高い半導体装置の製造方法を提供する。
位置ずれを少なくして複数の半導体チップを接合できる半導体装置の製造方法を提供する。

【解決手段】まず、ウエハWが活性面Waを上にして、載置台11の上に載置される(図2(a))。ウエハWの活性面Waには、先端に錫層が設けられた金属突起4が形成されており、金属突起4の先端にはフラックス22が塗布されている。ウエハWは、親チップに相当する複数の単位領域Uを含んでいる。続いて、活性面2aに金属突起5が形成された子チップ2が、吸着コレット13により、活性面2aを下方に向けられて、ウエハWの上に載置される。これにより、金属突起4と金属突起5とがフラックス22を介して仮固定される(図2(b))。同様にして、すべての単位領域Uに子チップ2、3が仮固定された後、ウエハWおよび子チップ2、3が、所定時間、錫の融点以上の温度に加熱される。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の半導体基板の一方表面に形成された第 1 の金属突起と、第 2 の半導体基板の一方表面に形成された第 2 の金属突起とを接合して構成される半導体装置の製造方法であって、上記第 1 および第 2 の金属突起のうちの少なくとも一方の先端に低融点金属からなる層を形成する工程と、

上記第 1 および第 2 の金属突起のうちの少なくとも一方の先端にフラックスを塗布するフラックス塗布工程と、

このフラックス塗布工程の後、上記第 1 の半導体基板の上記一方表面と上記第 2 の半導体基板の上記一方表面とを対向させ、上記第 1 の金属突起と上記第 2 の金属突起とを、上記フラックスで仮固定する仮固定工程と、

この仮固定工程の後、上記第 1 および第 2 の半導体基板を、上記低融点金属からなる層の固相線温度以上の温度に加熱する加熱工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 2】

上記加熱工程が、上記第 1 および第 2 の半導体基板に対して、それらを押し付け合う荷重をかけることのない実質的な無荷重状態で行われることを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 3】

上記仮固定工程が、上記第 2 の半導体基板の上記一方表面上に複数の上記第 1 の半導体基板を仮固定する工程を含むことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体チップの上に別の半導体チップを接合したチップ・オン・チップ構造を有する半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

いわゆるマルチ・チップ型半導体装置の一形態として、複数の半導体チップを重ね合わせたチップ・オン・チップ構造がある。チップ・オン・チップ構造の半導体装置では、外部接続される親チップの表面に、この親チップよりも小さな子チップが接合されている。

1 つの親チップの表面に複数の子チップが接合されたものもある。

【0003】

親チップおよび子チップは、それぞれ機能素子や配線が形成された活性面に複数の金属突起（バンプ）を備えている。これらの金属突起は、主として金（Au）などの高融点金属からなり、親チップの金属突起および子チップの金属突起の双方または一方には、先端に錫（Sn）などの低融点金属からなる層が形成されている。

チップ・オン・チップ構造の半導体装置の製造工程において、親チップの活性面と子チップの活性面とが対向させられ、親チップの金属突起と子チップの金属突起とが押しつけられるように、親チップおよび子チップに荷重がかけられる。この状態で、親チップおよび子チップが低融点金属の融点（固相線温度）以上の温度に加熱される。これにより、金属突起の先端に形成された低融点金属からなる層は溶融する。

【0004】

その後、親チップおよび子チップの温度が、低融点金属の融点以下に下げられる。これにより、低融点金属は固化して親チップの金属突起と子チップの金属突起とが、低融点金属を介して電気的および機械的に接合される。親チップの金属突起や子チップの金属突起の表面に酸化膜が形成されている場合でも、親チップの金属突起と子チップの金属突起とが押しつけられることにより、酸化膜が破られて、第 1 および第 2 の金属突起は低融点金属により良好に接合される。

【0005】

上記の接合は、親チップを切り出す前のウエハの状態で行われることもある。この場合、半導体ウエハと子チップとの接合後、半導体ウエハが切断されて、チップ・オン・チップ構造を有する半導体チップの個片にされる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、半導体ウエハは多数（たとえば、数千個）の親チップに相当する領域を有しており、すべての親チップに相当する領域に、子チップを同時に押しつけて加熱することはできない。このため、吸着コレットにより、半導体ウエハ上の所定の位置に子チップを選び、この子チップに荷重をかけながら昇温および降温するという工程を子チップの数だけ繰り返さねばならず、生産性が悪かった。

【0007】

また、親チップと子チップとの接合を行う際、親チップの金属突起と子チップの金属突起とを正確に位置合わせしなければならないが、昇温および降温に伴う熱履歴により、接合に用いる装置に狂いが生じるため、位置合わせの精度を高くすることができなかった。さらに、親チップと子チップとの接合時に、たとえば、子チップが帯電している場合、親チップの金属突起と子チップの金属突起との接触時に、親チップに形成された機能素子が、子チップからの放電により静電破壊される。このような事態を回避するため、親チップには、金属突起に接続された保護ダイオードが設けられている。しかし、保護ダイオードは本来不要なものであり、保護ダイオードを設けると他の機能素子を形成する領域が少なくなる。

【0008】

そこで、この発明の目的は、生産性が高い半導体装置の製造方法を提供することである。この発明の他の目的は、位置ずれを少なくして複数の半導体基板を接合できる半導体装置の製造方法を提供することである。

この発明のさらに他の目的は、複数の半導体基板を接合する際の静電破壊を防止するための保護ダイオードを半導体基板に設ける必要がない半導体装置の製造方法を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

上記の課題を解決するための請求項1記載の発明は、第1の半導体基板の一方表面に形成された第1の金属突起と、第2の半導体基板の一方表面に形成された第2の金属突起とを接合して構成される半導体装置の製造方法であって、上記第1および第2の金属突起のうちの少なくとも一方の先端に低融点金属からなる層を形成する工程と、上記第1および第2の金属突起のうちの少なくとも一方の先端にフラックスを塗布するフラックス塗布工程と、このフラックス塗布工程の後、上記第1の半導体基板の上記一方表面と上記第2の半導体基板の上記一方表面とを対向させ、上記第1の金属突起と上記第2の金属突起とを、上記フラックスで仮固定する仮固定工程と、この仮固定工程の後、上記第1および第2の半導体基板を、上記低融点金属からなる層の固相線温度以上の温度に加熱する加熱工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法である。

【0010】

この発明によれば、第1の金属突起と第2の金属突起とは、絶縁体であるフラックスを介して仮固定される。このため、第1および第2の半導体基板の一方が帯電している場合でも、この仮固定時には放電が起こらないから、他方の半導体基板に形成された機能素子が静電破壊されることがない。したがって、第1および第2の半導体基板には、これらの接合時の静電破壊を防止するための保護ダイオードを設ける必要がない。

【0011】

仮固定の後、第1および第2の半導体基板を、低融点金属の固相線温度以上にすることにより、低融点金属の融液が生じる。その後、第1および第2の半導体基板を、低融点金属の固相線温度以下にすることにより、第1の金属突起と第2の金属突起とは、低融点金属

の層を介して電気的および機械的に接合される。この際、第1の金属突起や第2の金属突起の表面に酸化膜が形成されている場合でも、フラックスの作用により酸化膜は除去され、低融点金属の融液は第1および第2の金属突起に対して良好な濡れ性を有することができる。したがって、第1および第2の金属突起は、低融点金属の層により良好に接合される。

【0012】

第1および第2の金属突起は、たとえば、金からなるものであってもよく、低融点金属からなる層は、たとえば、錫からなるものであってもよい。

請求項2記載の発明は、上記加熱工程が、上記第1および第2の半導体基板に対して、それらを押付け合う荷重をかけることのない実質的な無荷重状態で行われることを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法である。

この発明によれば、第1および第2の半導体基板は、実質的に無荷重の状態、たとえば、第1および第2の半導体基板のうち一方の半導体基板が水平に置かれ、その上に他方の半導体基板が載置されて加熱される。この状態では、第1および第2の半導体基板は、上方の半導体基板が自重のみで下方の半導体基板に押し付けられており、外部荷重によって互いに強制的に押しつけられていないので、相対的に移動することができる。このため、仮固定工程により、第1の金属突起と第2の金属突起とが、多少ずれて仮固定されていた場合でも、加熱工程により低融点金属の融液が生じると、低融点金属の融液の表面張力により、第1の金属突起と第2の金属突起とは、ずれが少なくなるように移動（セルフアライン）する。これにより、第1の半導体基板と第2の半導体基板とを位置ずれを少なくして接合できる。

【0013】

また、第1および第2の半導体基板に荷重をかける工程を省くことができるので、生産性がよい。

請求項3記載の発明は、上記仮固定工程が、上記第2の半導体基板の上記一方表面上に複数の上記第1の半導体基板を仮固定する工程を含むことを特徴とする請求項1または2記載の半導体装置の製造方法である。

この発明によれば、第2の半導体基板上に複数の第1の半導体基板が仮固定された状態とした後に、第1および第2の半導体基板を一括して加熱することができる。すなわち、子チップの数だけ昇温および降温を繰り返す必要がない。これにより、第2の半導体基板と複数の第1の半導体基板とを、一括して接合することができるので、生産性がよい。

【0014】

第1の半導体基板は、たとえば、半導体チップであってもよく、第2の半導体基板は、たとえば、半導体ウエハであってもよい。これらの場合、接合後、第2の半導体基板を切断して、チップ・オン・チップ構造を有する半導体チップの個片に切り出すことができる。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下では、添付図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係る製造方法により得られる半導体装置の図解的な断面図である。

この半導体装置は、第1の半導体基板としての子チップ2および子チップ3と、第2の半導体基板としての親チップ1とを、重ね合わせて接合した、いわゆるチップ・オン・チップ（Chip-On-Chip）構造を有している。子チップ2、3は、親チップ1より小さい。

【0016】

親チップ1および子チップ2、3の互いに対向する表面は、それぞれ、機能素子や配線などが形成された活性面1a、2a、3aとなっている。親チップ1の活性面1aには、複数の金属突起（バンプ）4が設けられている。金属突起4は金（Au）からなる。活性面1aの周縁部近傍で、活性面2a、3aが対向していない部分には、外部取出用電極7が設けられている。

子チップ2, 3の活性面2a, 3aには、金属突起4に対応する位置に金属突起5, 6が設けられている。金属突起5, 6は金(Au)からなる。金属突起4と金属突起5, 6との間には、錫(Sn)からなる薄い層(図示せず。)が存在しており、金属突起4と金属突起5, 6とは、この錫の層を介して接合されている。

【0017】

親チップ1および子チップ2, 3には、親チップ1と子チップ2, 3との接合時に、親チップ1や子チップ2, 3に形成された素子を静電破壊から保護するため保護ダイオード(金属突起4, 5, 6に接続されたダイオード)は形成されていない。このため、親チップ1および子チップ2, 3は、このような保護ダイオードが形成された半導体チップと比べて、他の機能素子を多く形成できる。

親チップ1の活性面1aとは反対側の面は、リードフレーム9の支持部(アイランド)9aに接合されている。支持部9aの側方には、支持部9aと間隔をあけて、側方へ延びるリードフレーム9のリード端子部9bが配されている。外部取出用電極7とリード端子部9bとは、ボンディングワイヤ8により接続されている。親チップ1、子チップ2, 3、支持部9a、ボンディングワイヤ8、およびボンディングワイヤ8とリード端子部9bとの接続部を含む領域は、封止樹脂10で保護されている。

【0018】

図2は、図1の半導体装置の製造方法を説明するための図解的な断面図であり、図3は、その金属突起4, 5近傍の拡大図である。図3(a)は図2(a)に対応しており、図3(b)は図2(b)に対応しており、図3(c)は図2(c)に対応している。

半導体装置の製造に用いる半導体ウエハ(以下、単に「ウエハ」という。)Wは、親チップ1に対応する単位領域Uを多数(たとえば数千個)含んでいる(隣接する単位領域Uの境界を図2(a)(b)に破線で示す。)。ウエハWの活性面Waは、親チップ1の活性面1aに対応している。活性面Waには金属突起4が形成されている。金属突起4の先端はほぼ平坦な面となっており、その面には錫からなる層(錫層)20が予め形成されている(図3(a)参照)。

【0019】

まず、ウエハWの活性面Waに形成された金属突起4の先端に、ディッピング、転写等によりフラックス22が塗布される。次に、ウエハWが、活性面Waが上方に向けられて、ほぼ水平に載置台11の上に載置される。載置台11の内部にはヒータ12および温度センサ13が設けられており、載置台11の上に載置されたウエハWを、温度センサ13の出力に基づいて所定の温度に加熱可能である。

【0020】

続いて、図2(a)に示すように、子チップ2が吸着コレット14により、活性面2aの反対側の面が吸着され、活性面2aを下方に向けられてほぼ水平な状態でウエハWに対向される。金属突起5の先端は、ほぼ平坦な面になっている。金属突起5の表面には、錫からなる層は形成されていない(図3(a)参照)。吸着コレット14は、たとえば、真空吸着により子チップ2を吸着可能なものとすることができる。

【0021】

この状態で、子チップ2の金属突起5と、対応するウエハWの金属突起4とが位置合わせされ、吸着コレット14が下降される。この際、金属突起4と金属突起5とは、図3(a)に示すように多少位置がずれていてもよい。金属突起4と金属突起5とが、ある程度近接されると、子チップ2の下降速度は小さくされる。

そして、金属突起5の下端が、フラックス22の表面に接した後、錫層20の表面に接触する前に、子チップの下降は停止され(図2(b)および図3(b)参照)、子チップ2は吸着コレット14から離され、ウエハWの上に載置される。これにより、金属突起5は、フラックス22で金属突起4に仮固定された状態となる。

【0022】

このように、吸着コレット14により子チップ4がウエハWに押しつけられないようにし、ウエハWや子チップ2に荷重がかからないようにすることが好ましい。これにより、ウ

エハWや子チップ2が破損することを回避することができる。ウエハWや子チップ2に多少の荷重がかかっても問題はない

以上の工程において、たとえば、仮固定する前の子チップ2が帯電している場合がある。しかし、仮固定された状態で金属突起4と金属突起5とは、絶縁体であるフラックス22により電氣的に絶縁されているので、子チップ2からウエハWへの放電は生じない。したがって、ウエハW（親チップ1）の金属突起4および子チップ2の金属突起5に接続された保護ダイオードが形成されていなくても、ウエハW（親チップ1）に形成された機能素子が静電破壊されることはない。

【0023】

その後、子チップ2と同様にして、子チップ3がウエハWに仮固定される。子チップ3の金属突起6は、子チップ2の金属突起5と同様、先端がほぼ平坦になっており、その表面には錫からなる層は形成されていない。

このようにして、1つの単位領域Uに、子チップ2、3が仮固定されたウエハWが得られる。同様に、ウエハWのすべての単位領域Uに、子チップ2、3が仮固定される。この状態で、ウエハWには、子チップ2、3の重量による荷重のみがかかっており、ウエハWおよび子チップ2、3は実質的に無荷重である。以上の工程は、常温で行われる。

【0024】

次に、載置台11に設けられたヒータ12により、ウエハWが所定時間錫の融点以上の温度（たとえば、240℃以上）に加熱される。これにより、錫層20は溶融、固化し、すべての子チップ2、3の金属突起5、6は、錫層20を介してウエハWの金属突起4に接合される。この際、金属突起4、5、6の表面などに酸化膜が形成されている場合でも、フラックス22の作用により、酸化膜は除去され、金属突起4、5、6の表面は錫の融液に対する濡れ性が十分高くなり、金属突起4と金属突起5、6とは、錫層20により良好に接合される。

【0025】

さらに、ウエハWおよび子チップ2、3は実質的に無荷重であるので、子チップ2、3はウエハWに対して位置を変えることができる。このため、金属突起4に対して金属突起5、6がずれていた場合、錫の融液の表面張力により、金属突起4と金属突起5、6とは、ずれが少なくなるように移動（セルフアライン）する（図3（c）参照）。すなわち、ウエハW（親チップ1）と子チップ2、3とを位置ずれを少なくして接合できる。

【0026】

この後、ウエハWは洗浄され、フラックス22の残渣が除去される。続いて、図2（c）に示すように、隣接した単位領域Uの境界に沿って、ウエハWがダイシングソー21で切断されることにより、子チップ2、3が接合された親チップ1が、ウエハWから切り出される。さらに、親チップ1の活性面1aとは反対側の面が支持部9aに接合され、外部取出用電極7とリード端子部9bとが、ボンディングワイヤ8により接続された後、親チップ1、子チップ2、3などのまわりに封止樹脂10がモールド成形されて、図1に示す半導体装置が得られる。

【0027】

以上の半導体装置の製造方法において、親チップ1と子チップ2、3との接合は、すべての単位領域Uに子チップ2、3が仮固定されたウエハWが加熱されることにより、一括して行われるので生産性がよい。また、従来の製造方法では、子チップの数だけウエハに対して加重および加熱が繰り返されるので、ウエハ等が破損しやすいが、以上の製造方法ではこのような問題は生じない。

この発明の一実施形態の説明は、以上の通りであるが、この発明は他の形態で実施することもできる。たとえば、ウエハWおよび子チップ2、3を厳密に温度調整する必要がない場合は、温風を吹きつけることによりウエハWおよび子チップ2、3を加熱してもよい。

【0028】

錫層20は、親チップ1の金属突起4に形成されておらず、子チップ2、3の金属突起5、6に形成されていてもよい。また、金属突起4および金属突起5、6の双方に錫層20

が形成されていてもよい。フラックス22は、親チップ1の金属突起4に塗布されず、子チップ2, 3の金属突起5, 6に塗布されてもよい。また、金属突起4および金属突起5, 6の双方にフラックス22が塗布されてもよい。

【0029】

フラックス22は、金属突起5の一部および金属突起6の一部に塗布され、かつ、フラックス22が塗布されていない金属突起5, 6に対応する金属突起4に塗布されてもよい。半導体装置は、1つの親チップ1の上に、1つの子チップ2(3)のみが接合されたものであってもよく、3つ以上の子チップが接合されたものであってもよい。さらに、子チップ2(3)の上に別の子チップが接合されたものであってもよい。

【0030】

また、子チップ2, 3の接合前にウエハWを切断し、親チップ1に子チップ2, 3を接合するようにしてもよい。

錫層20の代わりに、他の低融点金属またはその合金(半田)、たとえば、インジウム(In)や、錫-鉛(Pb)系の合金、錫-銀(Ag)-銅(Cu)系の合金などからなる層が形成されていてもよい。合金の場合は、親チップ1(ウエハW)および子チップ2, 3の加熱温度は、その合金の固相線温度以上とすることができる。

【0031】

子チップ2, 3の接合の順序は、ウエハWのすべての単位領域Uに子チップ2を接合した後、ウエハWのすべての単位領域Uに子チップ3を接合することとしてもよい。

その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の変更を施すことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る製造方法により得られる半導体装置の図解的な断面図である。

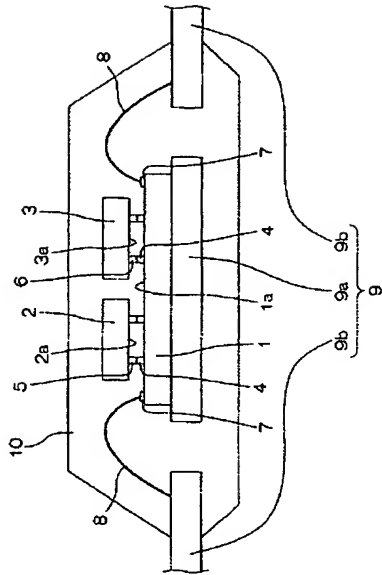
【図2】図1の半導体装置の製造方法を説明するための図解的な断面図である。

【図3】図2の金属突起4, 5近傍の拡大図である。

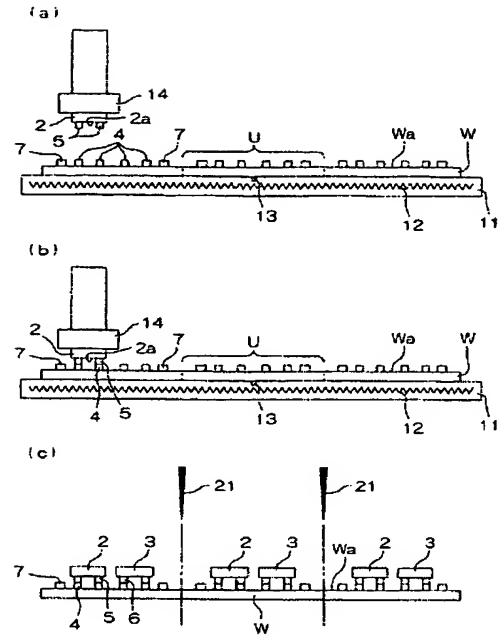
【符号の説明】

- 1 親チップ
- 2, 3 子チップ
- 4, 5, 6 金属突起
- 12 ヒータ
- 20 錫層
- 22 フラックス
- W ウエハ

【図 1】



【図 2】



【図 3】

